

PCT/JP 03/11950

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

REC'D PCT/PTO

17 MAR 2005

19.09.03

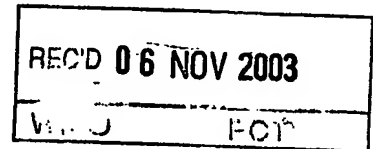
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 9 月 2 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 7 5 3 6 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 7 5 3 6 5]

出 願 人
Applicant(s): 科学技術振興事業団

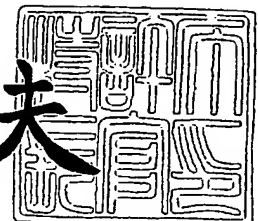


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 P2185JST
【提出日】 平成14年 9月20日
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】

【住所又は居所】 東京都杉並区荻窪 3-47-8

【氏名】 鯉沼 秀臣

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区斎藤分町 12-13

【氏名】 山本 幸生

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市青葉区榎が丘 14-3-407

【氏名】 松本 祐司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都世田谷区瀬田 1-16-24

【氏名】 高橋 竜太

【特許出願人】

【識別番号】 396020800

【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【代理人】

【識別番号】 100082876

【弁理士】

【氏名又は名称】 平山 一幸

【電話番号】 03-3352-1808

【選任した代理人】

【識別番号】 100069958

【弁理士】

【氏名又は名称】 海津 保三

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 031727

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0013677

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 成膜装置用マスキング機構

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスク移動方向に関して垂直または斜めに延びる第一のマスクエッジを備えたマスクを備えており、

上記第一のマスクエッジが、その法線ベクトルが作成すべき濃度勾配の濃度の法線ベクトルと一致するように配置されていることを特徴とする、成膜装置用マスキング機構。

【請求項 2】 三つの第一のマスクエッジを備えており、一つ目の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $90^\circ + \alpha$ 度（ここで $-90 < \alpha < 90$ ）に延びており、他の二つの第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $+30^\circ + \alpha$ 度及び $-30^\circ + \alpha$ 度だけ傾斜していることを特徴とする、請求項 1 に記載の成膜装置用マスキング機構。

【請求項 3】 前記一つ目の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して垂直に延びており、前記他の二つの第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $+30^\circ$ 度及び -30° 度だけ傾斜していることを特徴とする、請求項 2 に記載の成膜装置用マスキング機構。

【請求項 4】 マスク移動方向に関して互いに逆方向の斜めに傾斜して延び、一側で交差するように一つのマスク穴の対向する端縁により形成された二つの第二のマスクエッジを有するマスクを備えており、

上記第二のマスクエッジが、その移動方向が作製すべき濃度勾配の濃度の法線ベクトルと垂直になるように配置されていることを特徴とする、成膜装置用マスキング機構。

【請求項 5】 マスク移動方向に関して垂直に延びる第一のマスクエッジと、マスク移動方向に垂直な方向に関して逆方向の斜めに傾斜して延び、一側で交差するように一つのマスク穴の対向する端縁により形成された二つの第二のマスクエッジと、を有するマスクを備えていることを特徴とする、成膜装置用マスキング機構。

【請求項 6】 一对の第一のマスクエッジを備えており、

双方の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に垂直な方向に関して互いに逆向きに $+30$ 度及び -30 度だけ傾斜して配置されており、

第二のマスクエッジが、それぞれマスク移動方向に垂直な方向に対して逆方向に任意の角度だけ斜めに延びていることを特徴とする、請求項4に記載の成膜装置用マスクング機構。

【請求項7】 さらに、基板上に形成されるべき正三角形状の三元系相図の薄膜の周縁領域を包囲するマスク穴を備えた第二のマスクが、基板上に重ねて配置されることを特徴とする、請求項1, 4から6の何れかに記載の成膜装置用マスクング装置。

【請求項8】 前記マスク移動方向が直線上に配置されており、

前記マスクが、各マスクエッジがマスク移動方向に沿って並ぶように形成されていることを特徴とする、請求項1乃至7の何れかに記載の成膜装置用マスクング機構。

【請求項9】 前記マスク移動方向が円周上に配置されており、

前記マスクが、各マスクエッジがマスク移動方向に沿って並ぶように、マスク移動方向の中心と一致する中心を備えた円板上で同一円周上に形成されていることを特徴とする、請求項1乃至7の何れかに記載の成膜装置用マスクング機構。

【請求項10】 前記第一のマスクエッジが、円板上で近似的に直線状に形成されていることを特徴とする、請求項9に記載の成膜装置用マスクング装置。

【請求項11】 前記第二のマスクエッジが、円板上で近似的に直線状に形成されていることを特徴とする、請求項9に記載の成膜装置用マスクング装置。

【請求項12】 前記第一及び第二のマスクエッジが、円板上で近似的に直線状に形成されていることを特徴とする、請求項9に記載の成膜装置用マスクング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、三元系相図に対応した薄膜を作製するための成膜装置、特にコンビナトリアル成膜装置用のマスクング機構に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、高温超伝導現象、巨大磁気抵抗現象、高輝度蛍光現象、新触媒現象といった新たな物理現象が数多く発見されている。このような物理現象を発現する材料、組成の探索はコンビナトリアル成膜装置で行われている。コンビナトリアル成膜装置を用いれば、同一真空工程で、発現可能性のある物質群のライブラリーを同一基板上に一度に形成でき、ライブラリーから新物質、新組成の発見、あるいはライブラリーの特性から理論的予測を得ることができる。

従来法では100年かかる物質探索を、コンビナトリアル成膜装置を用いれば一ヶ月に短縮することができるといわれている。

【0003】

コンビナトリアル成膜装置は、基板上の所望の部分のみに物質供給を限定する手段、種類の異なる薄膜の成膜手段、及び基板上の所望の部分の構造を解析する構造解析手段を必須としており、例えば、複数のマスク装置、ターゲット切替装置、アブレーション・レーザ光導入装置、基板加熱用レーザ装置、及び反射光束電子線回折装置（RHEED）等を有している。

ところで近年、二元系、三元系の新物質の探索の要求が高まっている。例えば、プラズマディスプレイ用蛍光物質には、従来の電子線励起蛍光物質とは異なった特性を有する蛍光物質が必要であり、この蛍光物質は二元系、三元系の新物質で実現されると予測されている。

【0004】

従来のコンビナトリアル成膜装置による二元系、三元系物質探索は、例えば、図22に示すようにして行っている。図22は、従来のコンビナトリアル成膜装置による二元系、三元系物質探索法を示す図である。例えば図22（a）に示すように、図示しないチャンバー内において、マスク1、2を制御し、物質が蒸着される基板上の部分、すなわちピクセルを選択し、ターゲット物質A、B、Cを選択して蒸発させる。次に、マスク1、2を制御し、物質が蒸着される基板上の他のピクセルを選択し、ターゲット物質A、B、Cを選択して蒸着する。

このような工程を繰り返すことにより、一つの基板上に、二元系あるいは三元

系の成分比の異なる多数の物質を積層したピクセルを形成し、ピクセル毎に所定の特性を測定して所望の特性を有するピクセルを見つけだし、成分比を求めることができる。

【0005】

あるいは、図22(b)に示すように、蒸着するピクセルが選択された複数のマスクを配置した回転可能な円盤を用い、この円盤を順次回転させて、成分比の異なる多数の物質を積層したピクセルを形成する。

または、図22(c)図に示すように、マスクは固定し、基板を回転させ、かつ、ターゲット物質A、B、Cを選択して蒸着することにより形成する。

【0006】

しかしながら、蛍光物質のように、有用な特性が得られる物質の成分比範囲が狭い場合がある。このような場合、上記のコンビナトリアル装置では、成分比の変化が極めて小さく、極めて多くのピクセルを形成しなければならず、時間がかかるという課題がある。

また、ピクセル毎に、マスク可動、蒸着ターゲットの切り替えが必要であり、初めに形成したピクセルと、最後に形成したピクセルとでは、成膜条件が異なる場合がある。例えば、時間の経過と共に生ずる制御不能な基板温度の変化、雰囲気組成の変化等により、再現性の良好なデータが得られない場合がある。このため、再現性が低く得られたデータの信頼性が低いという課題がある。

【0007】

上記の問題を避けるために、従来、二元系の場合に下記に示す方法で成膜している。

図23は、従来のコンビナトリアル成膜装置を用いた二元系物質探査法を説明する図である。図23(a)に示すように、物質AまたはBの蒸発流に垂直に配置され、開口部を有するマスク1と、マスク1に平行に走査できるマスク2を有するコンビナトリアル装置を用い、基板をマスク1の開口部にまたがって配置する。

次に、図23(b)に示すように、物質Aを蒸発させながら、マスク2をx方向に走査する。マスク2を一定速度でx方向に走査すれば、基板上に蒸着される

物質 A の膜厚は、蒸発流に晒されている時間に比例するから、マスクの走査方向、すなわち x 方向に一定割合で厚くなる A 物質からなる膜厚分布が得られる。

次に、図 23 (c) に示すように、蒸着する物質を B に替え、図 23 (b) とは逆位置から $-x$ 方向に走査すれば、 $-x$ 方向に一定割合で厚くなる B 物質からなる膜厚分布が得られる。

図 23 (c) の右側に示したように、このようにして作製した A, B 物質の膜厚分布は、 x 方向に A 物質の膜厚が、0 から 100 % まで連続変化し、B 物質の膜厚が 100 から 0 % まで連続変化した積層膜が得られる。蒸着する A, B 物質の厚さは、数分子層程度であり、A, B 物質が接触した瞬間に基板温度で決まる安定な状態に混合する。そして、A 物質の蒸着と B 物質の蒸着を 1 工程として繰り返すことにより、所定の膜厚に形成する。

【0008】

この方法によれば、 x 方向に成分比が連続変化した二元系相図薄膜が得られ、また、極めて短時間で作製できるので再現性が高い。二元系の場合には、従来のコンビナトリアル成膜装置を用いて、上記の方法を用いれば、短時間に、かつ、信頼性の高い、二元系相図に対応した薄膜、すなわち、二元系相図薄膜が得られる。

しかしながら、三元系相図に対応する薄膜、すなわち、三元系相図薄膜は、従来のコンビナトリアル成膜装置のマスク構成では作製することが困難であった。

【0009】

これに対して、例えば本出願人による特開 2002-69613 号公報により、コンビナトリアル成膜装置が提案されているが、この装置は、マスクの外側を回り込んで基板面に達するターゲット原子を排除して、基板上に所望の薄膜を適正かつ効率的に形成するものであって、上記問題を解決するものではない（特許文献 1 参照）。

【0010】

また、本出願人は、特願 2002-197947 号出願において、マスクの移動方向に対して平行及び垂直な辺を有する三角形の穴と、マスクの移動方向に対して平行な二辺を有する等脚台形の穴を備えたマスクを移動させながら、薄膜の

蒸着を行なうことにより、三元系相図薄膜を形成するコンビナトリアル成膜装置用マスキング機構を提案している。

このようなマスキング機構によれば、マスクの穴の移動方向に対して斜めまたは垂直に延びる辺がそれぞれ蒸着を規制するシングルエッジとして作用することにより、三元系相図のための120度濃度勾配を作製することができる。

【0011】

しかしながら、このマスキング機構においては、必要な温度勾配を決定するために、マスク穴の形状を仮定して、コンピュータシミュレーションにより評価することによって、試行錯誤により場当たりのマスク形状を決定している。

このため、新たな濃度勾配が必要なときには、再度試行錯誤を繰り返さなければならず、マスク形状の決定に時間がかかってしまう。

また、このようにして決定したマスク形状も、真に最適なものであるか否かを調べるのが困難である。

【0012】

さらに、三元系相図の薄膜を作製するためには、前もって、三元系成分の蒸着速度を合わせる必要がある。したがって、三元薄膜の作製前に、各成分毎にそれぞれ蒸着試験を行なって、蒸着速度を測定する必要があるため、三元系相図の薄膜を得るまでに、四回の蒸着工程が必要になる。このため、複雑な工程と多大な時間が必要になってしまう。

また、三元系相図の薄膜は、三元系相図における濃度勾配のみを作製するものであり、三元組成のうちの任意の二元成分についての二元系相図を得るためには三元系相図の薄膜とは別に、二元系相図の薄膜を作製する必要がある。

【0013】

そして、上記マスキング機構においては、基板及びマスクを一度チャンバー内にセットしてしまうと、濃度勾配が決まってしまうことから、異なる濃度勾配を作製するためには再度マスクを設計し直す必要があり、時間及びコストが大幅に増大してしまう。

【0014】

さらに、このようなマスク形状による二元、三元系薄膜に関する問題は、コン

ピナトリアル成膜の場合だけでなく、他の種類の成膜装置においても、同様に存在している。

【0015】

【特許文献1】

特開 2002-69613 号公報（第3頁、図2）

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記課題に鑑み、短時間で、かつ、信頼性の高い二元系、三元系相図薄膜を作製し得るようにした、成膜装置用マスキング機構を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、本発明の第一の構成によれば、マスク移動方向に関して垂直または斜めに延びる一つの第一のマスクエッジを備えたマスクを備えており、上記第一のマスクエッジが、その法線ベクトルが作製すべき濃度勾配の濃度の法線ベクトルと一致するように配置されていることを特徴とする成膜装置用マスキング機構により達成される。

【0018】

本発明による成膜装置用マスキング機構は、好ましくは、三つの第一のマスクエッジを備えており、一つ目の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $90^\circ + \alpha$ 度（ここで $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$ ）に延びており、他の二つの第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $+30^\circ + \alpha$ 度及び $-30^\circ + \alpha$ 度だけ傾斜している。

また、一つ目の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して垂直に延びており、他の二つの第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $+30^\circ$ 度及び -30° 度だけ傾斜していればよい。

【0019】

本発明による成膜装置用マスキング機構は、好ましくは、三つの第一のマスクエッジを備えており、一つ目の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して

垂直に延びており、他の二つの第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $+30$ 度及び -30 度だけ傾斜している。

【0020】

上記目的は、本発明の第二の構成によれば、マスク移動方向に関して互いに逆方向の斜めに傾斜して延び、一側で交差するように一つのマスク穴の対向する端縁により形成された二つの第二のマスクエッジを有するマスクを備えており、上記第二のマスクエッジが、その移動方向が作製すべき濃度勾配の濃度の法線ベクトルと垂直になるように配置されていることを特徴とする成膜装置用マスキング機構により達成される。

【0021】

上記目的は、本発明の第三の構成によれば、マスク移動方向に関して垂直に延びる第一のマスクエッジと、マスク移動方向に垂直な方向に関して逆方向の斜めに傾斜して延び、一側で交差するように一つのマスク穴の対向する端縁により形成された二つの第二のマスクエッジとを有するマスクを備えていることを特徴とする成膜装置用マスキング機構により達成される。

【0022】

本発明による成膜装置用マスキング機構は、好ましくは、一对の第一のマスクエッジを備えており、双方の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に関して互いに逆向きに 60 度及び -60 度だけ傾斜して配置されており、第二のマスクエッジが、それぞれマスク移動方向に対して逆方向に任意の角度だけ斜めに延びている。

【0023】

本発明による成膜装置用マスキング機構は、好ましくは、さらに、基板上に形成されるべき正三角形の三元系相図の薄膜の周縁領域を包囲するマスク穴を備えた第二のマスクが、基板上に重ねて配置される。

【0024】

本発明による成膜装置用マスキング機構は、好ましくは、上記マスク移動方向が直線上に配置されており、上記マスクが、各マスクエッジがマスク移動方向に沿って並ぶように形成されている。

【0025】

本発明による成膜装置用マスクング機構は、好ましくは、上記マスク移動方向が円周上に配置されており、上記マスクが、各マスクエッジがマスク移動方向に沿って並ぶように、マスク移動方向の中心と一致する中心を備えた円板上にて同一円周上に形成されている。

【0026】

本発明による成膜装置用マスクング機構は、好ましくは、上記第一及び／または第二のマスクエッジが、円板上にて近似的に直線状に形成されている。

【0027】

上記第一の構成によれば、マスク移動方向に関してマスクを所定速度で移動させながら、第一のマスクエッジにより基板上に堆積される薄膜を規制して、三元系相図を構成する物質の内の1つの物質を蒸発させて、マスクを介して基板に蒸着させる。

これにより、基板上には、上記第一のマスクエッジの法線ベクトルと一致する方向に関して、蒸着物質の膜厚勾配、即ち濃度勾配が生じる。したがって、第一のマスクエッジの法線ベクトルの方向を形成すべき所望の濃度勾配の濃度の法線ベクトルと一致させることにより、マスク移動方向に垂直な方向を除いて、所望の方向に濃度勾配を形成することができる。

【0028】

このようにして、互いに法線ベクトルの方向が120度づつずれた三種類の第一のマスクエッジを備えたマスクを用意して、順次にこれらのマスクを使用して、三元系相図を構成する三種類の物質を基板上に堆積させることによって、互いに120度づつずれた三方向にリニアーに変化する膜厚分布を形成することができるので、容易に三元系相図薄膜を作製できる。なお、この場合、二つの第一のマスクエッジについては、一つのマスク穴の対向する端縁を利用して形成しておき、マスク移動方向を反転させることによって、これらの対向する端縁により二つのマスクエッジを構成することも可能である。

その際、各マスクエッジは、場当たりのではなく、その法線単位ベクトルを所望の濃度勾配の濃度の法線ベクトルと一致するように選定しておくことにより、

厳密に濃度勾配に見合ったマスク形状を決定することができる。

【0029】

ここで、三つの第一のマスクエッジを備えており、一つ目の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $90^\circ + \alpha$ 度（ここで、 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$ ）に延びており、他の二つの第一のマスクエッジが、マスク移動方向に対して $+30^\circ + \alpha$ 度及び $-30^\circ + \alpha$ 度だけ傾斜しているので、各第一のマスクエッジの法線ベクトルが、マスク移動方向に対して α 度、 $+120^\circ + \alpha$ 度及び $-120^\circ + \alpha$ 度だけずれることになる。したがって、マスク移動方向に対して α 度、 $+120^\circ + \alpha$ 度及び $-120^\circ + \alpha$ 度だけずれた濃度勾配を形成して、三元系相図薄膜を作製することができる。

また、 α が 0° の場合には、マスク移動方向に対して 0° 、 $+120^\circ$ 及び -120° だけずれた濃度勾配を形成して、三元系相図薄膜を作製することができる。

【0030】

上記第二の構成によれば、マスク移動方向に関してマスクを所定速度で移動させながら、第二のマスクエッジにより基板上に堆積される薄膜を規制して、三元系相図を構成する物質の内の1つの物質を蒸発させて、マスクを介して基板に蒸着させる。

これにより、基板上には、上記マスク移動方向と一致する方向に関して、一对の第二のマスクエッジによりそれぞれ形成される蒸着物質の膜厚勾配、即ち濃度勾配のマスク移動方向成分が互いに相殺されることになるので、マスク移動方向に垂直な方向に関して、蒸着物質の濃度勾配が生ずる。したがって、第二のマスクエッジの傾斜角度に関わらず、マスク移動方向に垂直な方向に濃度勾配を形成することができる。

【0031】

上記第三の構成によれば、マスク移動方向に関してマスクを所定速度で移動させながら、第一のマスクエッジにより基板上に堆積される薄膜を規制して、三元系相図を構成する物質の内の1つの物質を蒸発させて、マスクを介して基板に蒸着させる。

これにより、基板上には、上記第一のマスクエッジの法線ベクトルと一致するマスク移動方向に関して、蒸着物質の膜厚勾配、即ち濃度勾配が生じる。

また、第二のマスクエッジにより基板上に堆積される薄膜を規制して、上記物質を蒸発させて、マスクを介して基板に蒸着させる。これにより、基板上には、マスク移動方向と垂直な方向に関して、蒸着物質の膜厚勾配、即ち濃度勾配が生じる。

【0032】

これにより、上記第一のマスクエッジ及び第二のマスクエッジによる規制の際のマスク移動速度をそれぞれ適宜に調整することにより、マスク移動方向とそれに垂直な方向の間の任意の方向に関して、蒸着物質の膜厚勾配、即ち濃度勾配を形成することができる。

このようにして、三元系相図を構成する各物質について、上記工程を繰返し行なうことにより、各物質について所望の方向の蒸着物質の濃度勾配を形成して、互いに120度づつずれた三元系相図の薄膜を形成することができる。

【0033】

その際、各シングルエッジについて、場当たりのではなく、その法線単位ベクトルを所望の濃度勾配の方向に一致するように選定しておくことにより、厳密に濃度勾配に見合ったマスク形状を決定することができる。また、濃度勾配を変更する場合であっても、チャンバーを開いて、新たな設計のマスクに交換する必要がなく、マスクの移動速度を調整するだけで、濃度勾配の変更を実現することができる。

【0034】

一对の第一のマスクエッジを備えており、双方の第一のマスクエッジが、マスク移動方向に垂直な方向に関して互いに逆向きに+30度及び-30度だけ傾斜して配置されており、第二のマスクエッジが、それぞれマスク移動方向に対して逆方向に任意の角度だけ斜めに延びている場合には、第一のマスクエッジの法線ベクトルが、マスク移動方向に垂直な方向に対して+120度、-120度だけずれることになり、マスク移動方向に対して+120度及び-120度だけずれた濃度勾配を形成できると共に、第二のマスクエッジにより、マスク

移動方向に垂直な方向（0度）の濃度勾配を形成することができる。

したがって、マスク移動方向に垂直な方向に対して±30度だけ傾斜した二つの第一のマスクエッジと、第二のマスクエッジを備えたマスクを使用することにより、三元系相図薄膜を作製することができる。

【0035】

さらに、基板上に形成されるべき正三角形状の三元系相図の薄膜の周縁領域を包囲するマスク穴を備えた第二のマスクが、基板上に重ねて配置される場合には、三元系相図を構成する正三角形状の薄膜の外側に同時に形成される正三角形の辺の延長線により仕切られた領域、すなわちそれぞれ二元系相図の領域、二元から一元への一つの物質のみの濃度勾配が存在する単勾配領域、そしてその外側の一つまたは二つの物質の均一厚の単膜領域の外周が、第二のマスクのマスク穴により規制されるので、第二のマスク除去後には、マスク穴の端縁に沿った部分にて、成膜された薄膜の断面が露出することになる。

【0036】

したがって、この薄膜の断面の厚さを測定することにより、三種類の物質の蒸着速度を検出することができる。

これにより、各物質の蒸着速度を互いに合わせて、再度三元系相図の薄膜を形成することにより、従来のように各物質の蒸着速度をそれぞれ測定して蒸着速度を合わせる必要がなく、一回の蒸着工程により、各物質の蒸着速度を合わせることが可能となり、計二回の蒸着工程によって、正確な三元系相図の薄膜を形成することができる。

【0037】

上記マスク移動方向が直線上に配置されており、各マスクエッジがマスク移動方向に沿って並ぶように、上記マスクが形成されている場合には、薄膜形成の際に、マスクがチャンバー内にて直線往復運動を行なうことにより、三元系相図の薄膜を形成することができる。

したがって、マスクの駆動機構が単純であり、三元系相図の薄膜を形成すべき基板に対して、マスクの各マスクエッジが正確に保持されることから、正確な三元系相図の薄膜を形成することができる。

【0038】

上記マスク移動方向が円周上に配置されており、各マスクエッジがマスク移動方向に沿って並ぶように、上記マスクがマスク移動方向の中心と一致する中心を備えた円板上にて同一円周上に形成されている場合には、マスク自体が円板として構成され、中心の回りに回転駆動されることにより、三元系相図の薄膜を形成することができる。

したがって、マスクが同じ位置で回転運動することから、マスク移動のためのスペースが少なく済み、小型に構成される。

なお、この場合、マスクエッジが基板の薄膜形成領域の中心では基板に対して正確に位置するが、中心からずれるとマスクエッジが円周運動することにより僅かにずれるため、三元系相図の薄膜は近似的に形成されることになるが、形成された三元系相図の薄膜の測定結果を極座標変換することにより、正確な三元系相図が得られる。

【0039】

上記第一及び／または第二のマスクエッジが、円板上にて近似的に直線状に形成されている場合には、マスクの等角速度運動の際に、マスク移動方向に対して斜めに直線的に延びるマスクエッジは本来曲線となるが、近似的に直線状に形成することにより、マスクの製造コストが低減される。

【0040】

このようにして、本発明によれば、マスクに設けられたマスクエッジの形状を数式により考察して、場当たりのではなく、厳密に濃度勾配に見合ったマスク形状を決定することができるので、正確な三元系相図の薄膜を形成することができる。と共に、一回の蒸着工程により各物質の蒸着速度を検出して、すべての物質の蒸着速度を合わせることができるので、簡単な構成により、短時間で、しかも低コストで正確な三元系相図の薄膜を形成することができる。したがって、本発明のマスク機構は、三元系相図の薄膜作製用の各種成膜装置、特にコンビナトリアル成膜装置のマスク機構として最適である。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図1は本発明によるコンビナトリアル成膜装置用マスキング機構10の第一の実施形態の構成を示す図である。図1において、マスキング機構10は、矢印Aで示すように直線上で往復運動可能に支持されたマスク11から構成される。上記マスク11は、マスク移動方向に関して一つの端縁が蒸着薄膜の規制を行なう作業エッジとして作用する、所謂シングルエッジ（第一のマスクエッジ）を三つ備えている。

【0042】

これらのシングルエッジ11a, 11b, 11cのうち、第一のシングルエッジ11aは、マスク移動方向Aに対して垂直方向に延びていると共に、第二のシングルエッジ11bは、マスク移動方向Aに対して $+\theta$ （ $=30$ 度）だけ傾斜して延びており、また第三のシングルエッジ11cは、マスク移動方向Aに対して $-\theta$ （ $=-30$ 度）だけ傾斜して延びている。

これらのシングルエッジ11a, 11b, 11cは、そのマスク移動方向Aに対して垂直な方向に関して、何れも三元系相図の薄膜を形成すべき基板12の正三角形の領域12aに対して十分大きく選定されている。

【0043】

ここで、シングルエッジは、一般的に以下のように作用して、基板12上に蒸着される薄膜の濃度勾配を生成するようになっている。

図2は、一般的なシングルエッジの構成を示す概略平面図である。図2に示すように、シングルエッジ20は、 x y 平面内で斜めに延びるように形成されており、マスク穴の方向に向いたシングルエッジ20の法線単位ベクトルを d とすると、その形状が、次式1の形状関数

【数1】

$$d_x x + d_y y = 0$$

により表わされる。したがって、マスク穴を示すマスク関数は、

【数 2】

$$d_x x + d_y y < 0 \quad \text{即ち} \quad d \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} < 0$$

により表わされることになる。

【0044】

図3は、図2のシングルエッジのマスク移動時の有効移動量を示す図である。図はXY平面を示し、紙面垂直方向がZ軸である。シングルエッジ20の移動ベクトルがmであり、シングルエッジ20の法線単位ベクトルがdである。シングルエッジ20が移動すると、図示するように、シングルエッジ20に平行な3本の点線で表わす濃度勾配ができる。各点線は、濃度勾配の濃度を示している。これにより、マスクそして上記シングルエッジ20がx方向に移動されるときにシングルエッジ20の見かけ上の移動量（以下、有効移動量という）は、図3に示すように、移動ベクトルm（mm/秒）と前述した法線単位ベクトルの内積m・dとなる。

【0045】

図4は、シングルエッジによるマスク移動方向+m，-mにおける薄膜形成の状態を図式的に示す断面図である。基板12の上部にあるマスクのシングルエッジ20が+mあるいは-m方向に移動する。矢印↓は、蒸着を表わしている。

ここで、マスクの移動の際にシングルエッジ20により蒸着が規制されて形成される薄膜のマスク移動方向に関する断面形状は、模式的に図示するように、マスクの移動方向に依存しない。即ち、薄膜の濃度勾配は、マスクの移動ベクトルmに依存せず、シングルエッジ20の法線単位ベクトルdの方向のみに依存することになる。

従って、シングルエッジ20は、その法線ベクトルが作製すべき濃度勾配の濃度の法線ベクトルと一致するように配置される。

【0046】

図5は、シングルエッジによる蒸着の規制により形成された薄膜の形状関数を図式的に示す図である。図において、マスクをxy平面上に配置して、z方向に

薄膜の蒸着を行なう場合に、図3に示すシングルエッジ20により蒸着が規制されて形成される薄膜の断面形状の形状関数を示している。

ここで、 r をデポジション速度 ($\text{\AA}/\text{パルス}$)、 f をレーザ周期 (Hz) とすると、

【数3】

$$z = \frac{rf}{|d \cdot m|} d \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

により表わされる。

【0047】

次に、第一から第三のシングルシングルを用いたときの薄膜形成と濃度勾配について説明する。

図6～図8は、それぞれ、図1のマスキング機構における第一のシングルエッジ、第二のシングルエッジ、第三のシングルエッジによる薄膜及び濃度勾配の方向を示す図である。

一側がマスク移動方向に対して垂直な辺を有する正三角形の三元系相図の薄膜を形成するためには、第一のシングルエッジ11a、第二のシングルエッジ11b及び第三のシングルエッジ11cについては、それぞれ図6(A)、図7(A)及び図8(A)にて矢印B、C、Dで示す方向の濃度勾配は、次式

【数4】

$$z \propto x, \quad z \propto -\frac{1}{2}x + \frac{\sqrt{3}}{2}y, \quad z \propto -\frac{1}{2}x - \frac{\sqrt{3}}{2}y$$

で表わされ、これは法線単位ベクトル

【数5】

$$d = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad d = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix}, \quad d = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix}$$

に相当することになり、図6 (B)、図7 (B) 及び図8 (B) に示すように、シングルエッジ11a, 11b, 11cは、それぞれマスク移動方向A (x) に関して90度、30度及び-30度に延びている。なお、図6 (A)、図7 (A) 及び図8 (A) は薄膜の上面図で、矢印B, C, Dの方向が濃度勾配を示している。各図は13aから13bに向かって膜厚が連続的に厚くなっていくことを模式的に示すものである。

【0048】

なお、上述した説明においては、理解しやすくするために、図4 及び図5 において、マスクを段階的に移動させて、階段状の薄膜を形成するように説明しているが、実際には、マスクは連続的に移動され、平坦な斜面を有する薄膜を形成するようになっている。

【0049】

本発明の実施形態によるマスキング機構10によれば、マスク11のシングルエッジ11a, 11b, 11cを使用することにより、基板12上に薄膜を形成することができる。

図9は、図1のマスキング機構により形成された三元系相図の薄膜を示す平面図である。図示するように、これらのシングルエッジ11a, 11b, 11cの法線単位ベクトルの方向、即ちマスク移動方向に関して互いに120度づつずれた方向に、それぞれ濃度勾配が形成されることになる。

【0050】

図10は、図9の三元系相図の薄膜の各領域を図式的に示す平面図である。ここで、図9に示す薄膜は、図10に図式的に示すように、三元系の三つの物質が、それぞれ互いに平行な点線から太実線に向かって濃度勾配を有するように形成されることになるので、基板12の中央の正三角形の領域12aにおいて、上述した三元系相図の薄膜、即ち三つの物質の濃度勾配が重ねて形成されることとなる。

さらに、この正三角形の各辺にそれぞれ隣接した正三角形の領域12b, 12c, 12dには、それぞれ二つの物質の濃度勾配が重ねて形成される、所謂二元系相図の薄膜が形成されることになる。

【0051】

また、この領域12b, 12c, 12dに隣接した領域12e, 12f, 12g, 12h, 12i, 12jには、それぞれ二つの物質が形成され、一つの物質は一定の厚さに、また他の一つの物質は濃度勾配を備えて形成され、所謂単勾配の薄膜となる。

さらに、上記領域12b, 12c, 12dの頂点の外側に位置する領域12k, 12l, 12m, 12n, 12o, 12pのうち、領域12k, 12l, 12mには、二つの物質がそれぞれ一定の厚さに形成され、また領域12n, 12o, 12pには、一つの物質がそれぞれ一定の厚さに形成され、所謂単膜となる。

【0052】

ここで、これらの領域12n, 12o, 12pの単一組成の薄膜について、この薄膜を分析することにより、各物質の薄膜の質をチェックすることができると共に、上記単勾配の領域12e, 12f, 12g, 12h, 12i, 12jを測定することにより、各物質の蒸着速度を検出することができる。

このため、図10において、蒸着の際に、マスク11とは別に、基板12の領域12a付近に、領域12aより一回り大きいマスク穴14a（図10にて鎖線図示）を有するマスク14を載置しておくことにより、マスク穴14aのマスクエッジに対応する部分に、各領域12e乃至12pの薄膜の断面が露出することになるので、これらの領域12e乃至12pの薄膜の厚さ方向の測定が容易に行なわれる。

そして、一回目の基板12への蒸着により形成された薄膜に関して、各領域の測定に基づいて、各物質の蒸着速度を検出することにより、二回目の基板12への蒸着の際に、各物質の蒸着速度を互いに合わせることにより、二回目の基板12への蒸着により、正確な三元系相図の薄膜を形成することができる。

【0053】

上述した実施形態のマスキング機構10においては、シングルエッジ11a, 11b, 及び11cのマスク移動方向への傾斜は、それぞれ、 $90^\circ + \alpha$ 度、 $30^\circ + \alpha$ 度、 $-30^\circ + \alpha$ 度としてもよい（ここで α 度は、 $-90 < \alpha < 90$ である）。この場合もシングルエッジ11a, 11b, 11cの法線単位ベクトル

の方向、即ちマスク移動方向に関して互いに120度づつずれた方向に、それぞれ濃度勾配が形成されることになる。

【0054】

次に、回転運動を行う円板状のマスクについて説明する。

上述した実施形態においては、マスキング機構10は、直線往復運動するマスク11を備えているが、これに限らず、回転運動を行なう円板状のマスクを備えていてもよい。

図11は、図1のマスキング機構のマスクが回転移動タイプである変形例を示す平面図である。この場合、マスク15は、前述したシングルエッジ11a, 11b, 11cに対応して、それぞれシングルエッジ15a, 15b, 15cを備えている。このうち、第一のシングルエッジ15aは、マスク15の移動方向である円周方向に対して垂直方向に延びていると共に、第二のシングルエッジ15bは、円周方向に対して $+\theta$ ($=30$ 度)だけ傾斜して延びており、また第三のシングルエッジ15cは、円周方向に対して $-\theta$ ($=-30$ 度)だけ傾斜して延びている。

これらのシングルエッジ15a, 15b, 15cは、その円周方向に対して垂直な方向に関して、何れも三元系相図の薄膜を形成すべき基板12の正三角形の領域12aに対して十分大きく選定されている。

さらに、マスク15を構成する円板は、その直径が、回転によるシングルエッジ15a, 15b, 15cの移動による直線方向に対する角度ずれをできるだけ小さくするように、大径に、例えば直径10cm程度に選定されている。

【0055】

図12は、図11のマスキング機構におけるシングルマスクの移動状態における歪みを示す部分拡大平面図である。これにより、例えばシングルエッジ15aは、円板であるマスク15が回転する際に、図示するように、その方向がマスク15の回転中心を中心として揺動し、その結果、僅かに法線単位ベクトルdがずれることにより、形成される薄膜の形状に歪みが発生することになる。

【0056】

次に、この回転移動による歪の補正方法について説明する。

図13は、図11のマスキング機構による歪みの極座標変換を示す説明図である。このような薄膜の歪みは、図示するように、マスク15を使用して基板12上に形成された薄膜の測定結果を、次式6で示す変換式

【数6】

$$\begin{cases} x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \end{cases} \quad \text{または} \quad \begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2} \\ \theta = \cos^{-1} \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \end{cases}$$

を利用して、極座標変換することにより、正確な三元系相図が得られることになる。なお、上述したマスク11、15においては、マスク移動方向に垂直な方向の濃度勾配を形成することはできないが、三つのシングルエッジを適宜の方向に選定することにより、互いに120度づつずれた濃度勾配を形成することが可能である。

【0057】

図14は本発明によるコンビナトリアル成膜装置用マスキング機構の第二の実施形態の構成を示している。図14において、マスキング機構30は、矢印Aで示すように直線上で往復運動可能に支持されたマスク31から構成されている。上記マスク31は、マスク移動方向に関して一つの端縁が蒸着薄膜の規制を行なう作業エッジとして作用する、所謂シングルエッジ（第一のマスクエッジ）を二つ、また互いに対向する二つの端縁が蒸着薄膜の規制を行なう作業エッジとして作用する、所謂ダブルエッジ（第二のマスクエッジ）を一つ備えている。

【0058】

ここで、二つのシングルエッジ31a、31b及びダブルエッジ31c及び31dのうち、第一のシングルエッジ31aは、マスク移動方向Aに対して $+\theta_1$ （ $=60$ 度）だけ傾斜して延びており、また第二のシングルエッジ31bは、マスク移動方向Aに対して $-\theta_1$ （ $=-60$ 度）だけ傾斜して延びている。

また、ダブルエッジ31c、31dは、それぞれマスク移動方向Aに対して $+\theta_2$ 、 $-\theta_2$ だけ傾斜して延びており、マスク移動方向Aに関して一側（図示の場合、下側）にて互いに交差している。

これらのシングルエッジ 31a, 31b そしてダブルエッジ 31c, 31d は、そのマスク移動方向 A に対して垂直な方向に関して、何れも三元系相図の薄膜を形成すべき基板 12 の正三角形の領域 12a に対して十分大きく選定されている。

【0059】

ここで、ダブルエッジは、以下のように作用して、基板 12 上に蒸着される薄膜の濃度勾配を生成するようになっている。

図 15 はダブルエッジの構成を示す概略平面図である。図 15 に示すように、ダブルエッジ 40 は、x y 平面内で斜めに延びる二つのエッジ 41, 42 から構成されており、形成される薄膜は、二つのシングルエッジ 41, 42 により形成される薄膜の和と同じである。

【0060】

ところで、前述した式 3 による薄膜の形状関数は、法線単位ベクトル d とマスクの移動ベクトル m が同じ方向を向いている場合には、次式 7

【数 7】

$$z = \frac{rf}{d \cdot m} d \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

で表わされるが、互いに反対方向を向いている場合には、式 8

【数 8】

$$z = -\frac{rf}{d \cdot m} d \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

で表わされる。

【0061】

したがって、上述したダブルエッジ 40 においては、各シングルエッジ 41, 42 に関して、マスク穴の方向の法線単位ベクトルを d_1 , d_2 とすると、形成される薄膜の形状関数 z_1 , z_2 は、それぞれ次式 9 で表されるように、

【数 9】

$$z_1 = \frac{rf}{d_1 \cdot m} d_1 \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad z_2 = -\frac{rf}{d_2 \cdot m} d_2 \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

となり、全体としての薄膜の形状関数 z は、次式 10 により表される。

【数 10】

$$z_1 + z_2 = -\frac{rf \sin \theta}{(d_1 \cdot m)(d_2 \cdot m)} m_{\perp} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

これにより、ダブルエッジ 40 によれば、マスク移動方向の移動ベクトル m に依存しない薄膜形状となり、マスク移動方向 A に対して垂直な方向の濃度勾配が得られることになる。即ち、薄膜の濃度勾配は、マスクの移動ベクトル m に依存せず、ダブルエッジ 40 のマスク移動方向に垂直な方向のみに依存することになる。従って、ダブルエッジ 40 は、その移動方向が作製すべき濃度勾配の濃度の法線ベクトルと垂直になるように配置される。

【0062】

図 16 は、図 15 のダブルエッジによる蒸着が規制されて形成された薄膜のマスク移動方向に垂直な方向の断面図である。図 16 (A) はダブルエッジマスクの平面図であり、図 16 (B) が薄膜移動方向に垂直な方向の断面図である。

その際、マスクの移動の際にダブルエッジ 40 により蒸着が規制されて形成される薄膜のマスク移動方向に垂直な方向の断面形状は、図示するように、各ダブルエッジ 41, 42 が一側で互いに交差することにより、マスク移動方向の距離が 0 となるため、この一側における薄膜の膜厚を 0 にすることができる。

【0063】

これに対して、ダブルエッジが一側で交差しない場合を説明する。

図 17 は、ダブルエッジが一側で交差しない場合の薄膜のマスク移動方向に垂直な方向の断面図である。図 17 (A) に示すように、ダブルエッジ 41, 42 が交差していないと、図 17 (B) に示すように、一側における薄膜の膜厚が、0 にはならなくなってしまう。

【0064】

このような構成のマスキング機構30によれば、マスク31のシングルエッジ31a, 31b及びダブルエッジ31c, 31dを使用することにより、基板12上に薄膜を形成すると、これらのシングルエッジ31a, 31bの法線単位ベクトルの方向そしてマスク移動方向に垂直な方向に、即ち互いに120度づつずれた方向に、それぞれ濃度勾配が形成されることになる。

【0065】

この場合、シングルエッジ31a, 31bが、マスク移動方向に垂直な方向に対して、±60度の角度で傾斜していることから、図1に示した±30度のシングルエッジ11a, 11bの場合と比較して、マスク30全体をマスク移動方向Aに関して短く構成することができる。

そして、この場合も図1に示したマスク10の場合と同様に、中心の正三角形の領域に、上述した三元系相図の薄膜が形成され、その正三角形の各辺にそれぞれ隣接した正三角形の領域に、それぞれ二元系相図の薄膜が形成されることになる。

したがって、図1のマスク10と同様にして、周囲の単勾配の領域を測定することにより、各物質の蒸着速度を検出して、すべての物質の蒸着速度を互いに合わせることができる。したがって、図1のマスクの場合と同様にして、正確な三元系相図の薄膜を作製するためには、二回の蒸着工程を行えばよい。

【0066】

次に、図14のマスクの変形例である回転移動タイプの変形例を説明する。

図14のマスキング機構のマスクが回転移動タイプである変形例の平面図を図18に示す。

上述した実施形態においては、マスキング機構30は、直線往復運動するマスク31を備えているが、これに限らず、図示するように、回転運動を行なう円板状のマスク32を備えていてもよい。この場合、マスク32は、前述したシングルエッジ31a, 31b及びダブルエッジ31c, 31dに対応して、それぞれシングルエッジ32a, 32b, ダブルエッジ32c, 32dを備えている。このうち、第一のシングルエッジ32aは、マスク32の移動方向である円周方向

に対して $+\theta 1$ ($=60$ 度) だけ傾斜して延びており、また第二のシングルエッジ 32 b は、円周方向に対して $-\theta 1$ ($=-60$ 度) だけ傾斜して延びている。また、ダブルエッジ 32 c 及びダブルエッジ 32 d は、それぞれ円周方向に対して $+\theta 2$ 、 $-\theta 2$ だけ傾斜して延びている。

これらのシングルエッジ 32 a, 32 b 及びダブルエッジ 32 c, 32 d は、その円周方向に対して垂直な方向に関して、何れも三元系相図の薄膜を形成すべき基板 12 の正三角形の領域 12 a に対して十分大きく選定されている。

さらに、マスク 32 を構成する円板は、その直径が、回転によるシングルエッジ 32 a, 32 b 及びダブルエッジ 32 c, 32 d の移動による直線方向に対する角度ずれをできるだけ小さくするように、大径に、例えば直径 10 cm 程度に選定されている。

この場合も同様にして、各マスクエッジ 32 a 乃至 32 d の回転移動により、形成される薄膜の形状に発生する歪みは、極座標変換されて、正確な三元系相図が得られる。

なお、上述したマスク 31, 32 においては、ダブルエッジによりマスク移動方向に垂直な方向の濃度勾配を形成し、シングルエッジによりマスク移動方向に垂直な方向を除くすべての方向の濃度勾配を形成することができる。

【0067】

図 19 は本発明によるコンビナトリアル成膜装置用マスキング機構の第三の実施形態の構成を示している。図 19 において、マスキング機構 50 は、矢印 A で示すように直線上で往復運動可能に支持されたマスク 51 から構成されている。上記マスク 51 は、マスク移動方向に関して、三つの端縁が蒸着薄膜の規制を行なう作業エッジとして作用する、所謂トリプルエッジ 52 を備えている。

【0068】

ここで、トリプルエッジ 52 は、実際は前述したシングルエッジとダブルエッジの組合せにより構成されており、マスク移動方向 A に垂直に延びる一つのシングルエッジ 52 a と、マスク移動方向に対して互いに反対側に所定角度だけ傾斜し一端で交差するダブルエッジ 52 b, 52 c と、を備えている。

この場合も同様にして、これらのシングルエッジ 52 a そしてダブルエッジ 5

2 b, 5 2 c は、そのマスク移動方向 A に対して垂直な方向に関して、何れも三元系相図の薄膜を形成すべき基板 1 2 の正三角形の領域 1 2 a に対して十分大きく選定されている。

【0069】

このような構成のマスキング機構 5 0 によれば、マスク 5 1 をマスク移動方向 A に移動させたとき、形成される薄膜に関して、シングルエッジ 5 2 a によりマスク移動方向 A の濃度勾配が得られると共に、ダブルエッジ 5 2 b, 5 2 c によりマスク移動方向 A に垂直な方向の濃度勾配が得られることになる。

このとき、各エッジ 5 2 a, 5 2 b, 5 2 c の規制により形成される薄膜の形状関数を z_1 , z_2 , z_3 とし、ダブルエッジ 5 2 b, 5 2 c の移動ベクトルを m , シングルエッジ 5 2 a の移動ベクトルを m' とし、さらに各エッジの法線単位ベクトルを d_1 , d_2 , d_3 とすると、薄膜全体の形状関数は、次の式 1 1 で表される。

【数 1 1】

$$\begin{aligned} z_1 + z_2 + z_3 &= -\frac{rf \sin \theta}{(d_1 \cdot m)(d_2 \cdot m)} m_{\perp} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \frac{rf}{|d_3 \cdot m'|} d_3 \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \\ &= rf \left(-\frac{\sin \theta}{(d_1 \cdot m)(d_2 \cdot m)} m_{\perp} + \frac{1}{|d_3 \cdot m'|} d_3 \right) \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \\ &\quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \\ &\quad \quad \quad \frac{ak_1}{\quad} \quad \quad \quad \frac{bk_2}{\quad} \end{aligned}$$

【0070】

その際、 rf の直後の括弧内は、上記移動ベクトル m , m' に依存する項を含んでおり、

【数 1 2】

$$v = ak_1 + bk_2$$

で置き換えることができる。

ここで、ベクトル k_1 , k_2 は、それぞれマスク移動方向とそれに垂直な方向

のベクトルであるので、シングルエッジ 52 a そしてダブルエッジ 52 b, 52 c による薄膜形成時の移動速度を適宜に調整することによって、ベクトル k_1 , k_2 を変化させて、シングルエッジ 52 a による濃度勾配と、ダブルエッジ 52 b, 52 c による濃度勾配を適宜の割合で組み合わせることにより、所望の方向の濃度勾配が得られることになる。

【0071】

図 20 は図 19 のマスキング機構による薄膜形成例を説明する平面図である。図示するように、三元系の各物質毎に、適宜の形状のトリプルエッジ 52 を備えたマスク 51 を使用して、矢印 A, B1, B2, C, D, E1, E2, F で示すように、マスク 51 を移動させることにより、互いに 120 度づつずれた濃度勾配を有する薄膜を形成することによって三元系相図の薄膜を形成することができる。

【0072】

上述した実施形態においては、マスキング機構 50 は直線往復運動するマスク 51 を備えているが、これに限らず、図 21 に示すように、回転運動を行なう円板状のマスク 53 を備えていてもよい。

図 21 は、図 19 のマスキング機構のマスクが回転移動タイプである変形例を示す平面図である。この場合、マスク 53 は、前述したシングルエッジ 52 a 及びダブルエッジ 52 b, 52 c に対応して、それぞれシングルエッジ 53 a, ダブルエッジ 53 b, 53 c を備えている。このうち、シングルエッジ 53 a は、マスク 53 の移動方向である円周方向に対して $+\theta_1$ ($=60$ 度) だけ傾斜して延びており、またダブルエッジ 53 b 及び 53 c は、それぞれ円周方向に対して $+\theta_2$, $-\theta_2$ だけ傾斜して延びている。

これらのシングルエッジ 53 a 及びダブルエッジ 53 b, 53 c は、その円周方向に対して垂直な方向に関して、何れも三元系相図の薄膜を形成すべき基板 12 の正三角形の領域 12 a に対して十分大きく選定されている。

さらに、マスク 53 を構成する円板は、その直径が、回転によるシングルエッジ 53 a 及びダブルエッジ 53 b, 53 c の移動による直線方向に対する角度ずれをできるだけ小さくするように、大径に、例えば直径 10 cm 程度に選定され

ている。

この場合も同様にして、各マスクエッジ 53 a 乃至 53 c の回転移動により、形成される薄膜の形状に発生する歪みは、極座標変換されて、正確な三元系相図が得られる。

【0073】

上述した実施形態においては、コンビナトリアル成膜装置用のマスキング機構について説明したが、これに限らず、マスクを移動させながら、基板上に気相成長法により薄膜を形成するような成膜装置であれば、本発明を適用し得ることは明らかである。

【0074】

【発明の効果】

以上説明したように、マスクに設けられたマスクエッジの形状を、数式により考察して、場当たり的ではなく、厳密に濃度勾配に見合ったマスク形状を決定することができるので、正確な三元系相図の薄膜を形成することができると共に、一回の蒸着工程により各物質の蒸着速度を検出して、すべての物質の蒸着速度を合わせることができるので、簡単な構成により、短時間で、しかも低コストで正確な三元系相図の薄膜を形成することができる。

したがって、本発明によれば、短時間で、かつ、信頼性の高い二元系、三元系相図薄膜を作製し得るようにした、極めて優れた成膜装置用マスキング機構を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のコンビナトリアル成膜装置用マスキング機構の第一の実施形態の構成を示す平面図である。

【図2】

一般的なシングルエッジの構成を示す概略平面図である。

【図3】

図2のシングルエッジのマスク移動時の有効移動量を示す図である。

【図4】

シングルエッジによるマスク移動方向 $+m$, $-m$ における薄膜の形成状態を図式的に示す図である。

【図 5】

シングルエッジによる蒸着の規制により形成された薄膜の形状関数を図式的に示す図である。

【図 6】

図 1 のマスクング機構における第一のシングルエッジによる薄膜及び濃度勾配の方向を示す図である。

【図 7】

図 1 のマスクング機構における第二のシングルエッジによる薄膜及び濃度勾配の方向を示す図である。

【図 8】

図 1 のマスクング機構における第三のシングルエッジによる薄膜及び濃度勾配の方向を示す図である。

【図 9】

図 1 に示すマスクング機構により形成された三元系相図の薄膜を示す平面図である。

【図 10】

図 9 の三元系相図の薄膜の各領域を図式的に示す平面図である。

【図 11】

図 1 のマスクング機構のマスクが回転移動タイプである変形例を示す平面図である。

【図 12】

図 11 のマスクング機構におけるシングルマスクの移動状態における歪みを示す部分拡大平面図である。

【図 13】

図 11 のマスクング機構による歪みの極座標変換を示す説明図である。

【図 14】

本発明のコンビナトリアル成膜装置用マスクング機構の第二の実施形態の構成

を示す平面図である。

【図 15】

一般的なダブルエッジの構成を示す概略平面図である。

【図 16】

図 15 のダブルエッジによる蒸着が規制されて形成された薄膜のマスク移動方向に垂直な方向の断面図である。

【図 17】

ダブルエッジが一側で交差しない場合の薄膜のマスク移動方向に垂直な方向の断面図である。

【図 18】

図 14 のマスキング機構のマスクが回転移動タイプである変形例を示す平面図である。

【図 19】

本発明のコンビナトリアル成膜装置用マスキング機構の第三の実施形態の構成を示す平面図である。

【図 20】

図 19 のマスキング機構による薄膜形成例を説明する平面図である。

【図 21】

図 19 のマスキング機構のマスクが回転移動タイプである変形例を示す平面図である。

【図 22】

従来のコンビナトリアル成膜装置による二元系，三元系物質探査法を示す図である。

【図 23】

従来のコンビナトリアル成膜装置を用いた二元系物質探査法を説明する図である。

【符号の説明】

10 コンビナトリアル成膜装置用マスキング装置

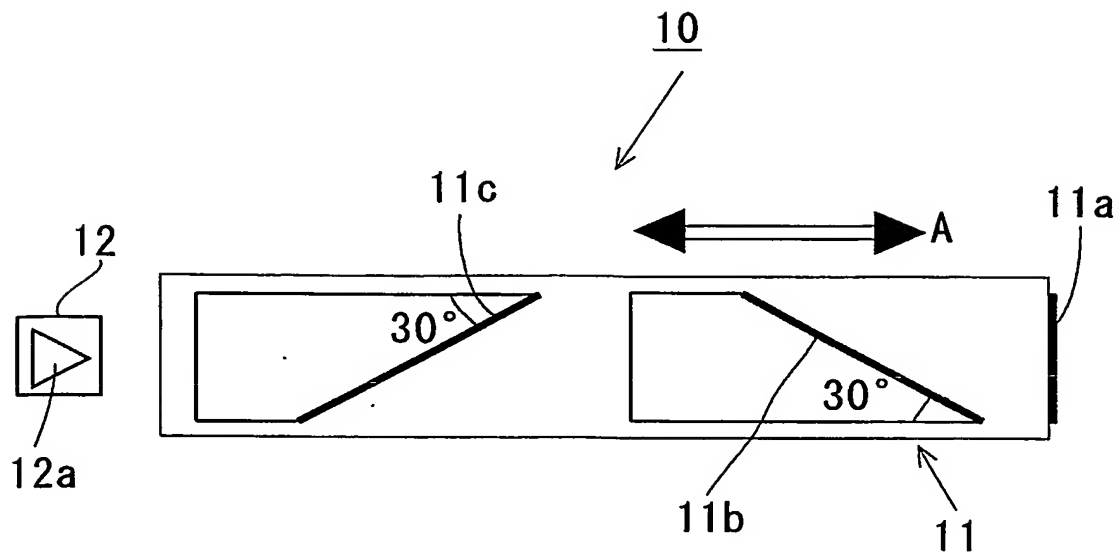
11 マスク

- 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c シングルエッジ
- 1 2 基板
- 1 2 a 三元系相図の領域
- 1 2 b, 1 2 c, 1 2 d 二元系相図の領域
- 1 3 薄膜
- 1 4 マスク
- 1 4 a マスク穴
- 1 4 円板状マスク
- 2 0 シングルエッジ
- 3 0 マスキング機構
- 3 1 マスク
- 3 1 a, 3 1 b シングルエッジ
- 3 1 b, 3 1 d ダブルエッジ
- 3 2 マスク (回転移動式)
- 3 2 a, 3 2 b シングルエッジ
- 3 2 c, 3 2 d ダブルエッジ
- 4 0, 4 1, 4 2 ダブルエッジ
- 5 0 マスキング機構
- 5 1 マスク
- 5 2 トリプルエッジ
- 5 2 a シングルエッジ
- 5 2 b, 5 2 c ダブルエッジ
- 5 3 マスク (回転移動式)
- 5 3 a シングルエッジ
- 5 3 b, 5 3 c ダブルエッジ

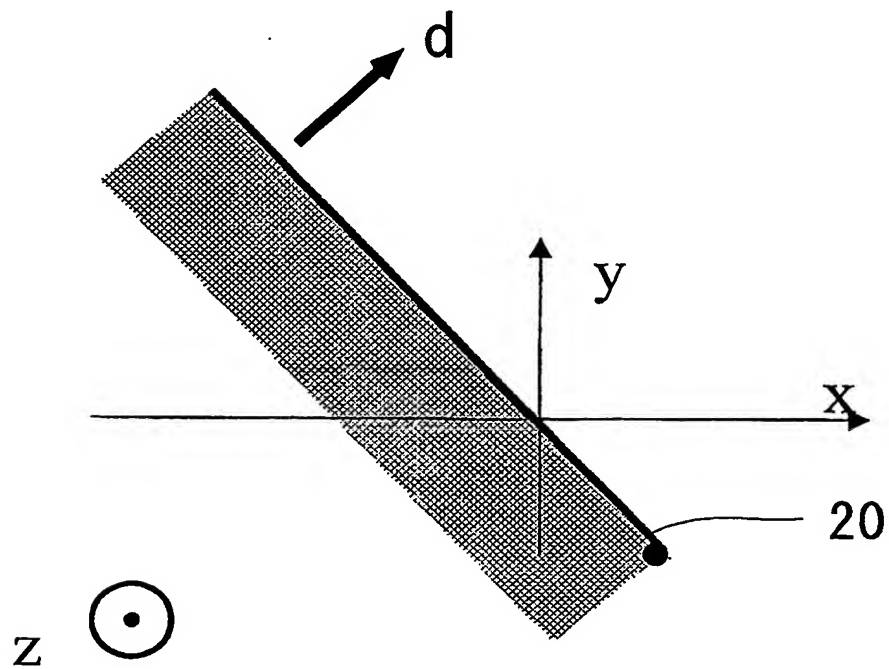
【書類名】

図面

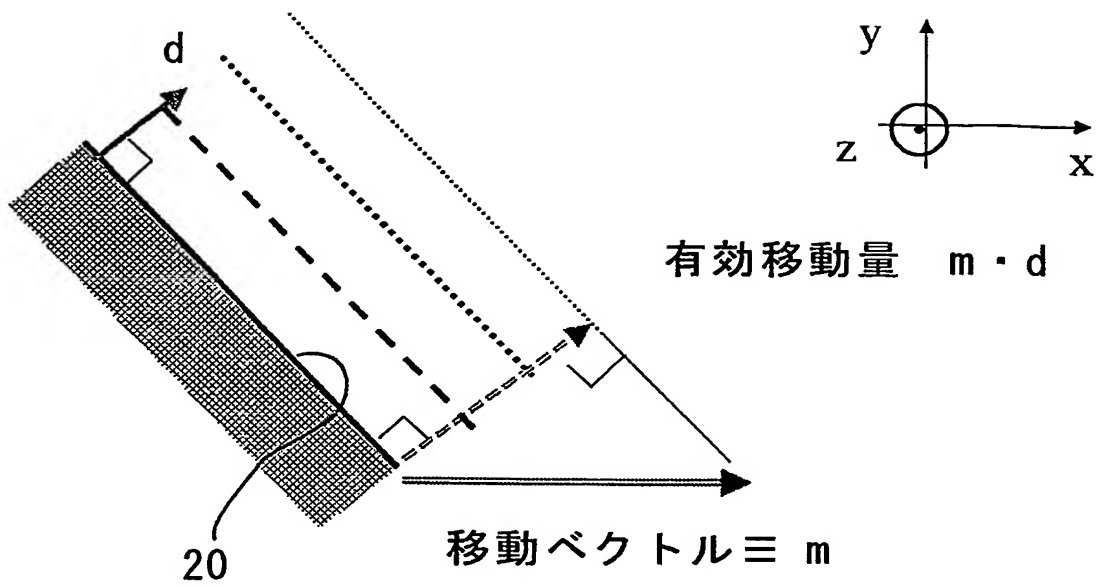
【図 1】



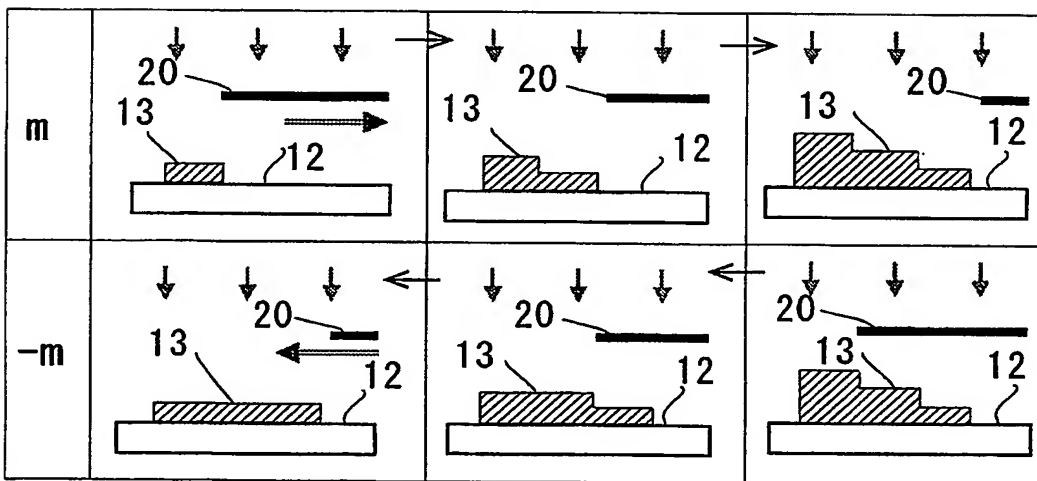
【図 2】



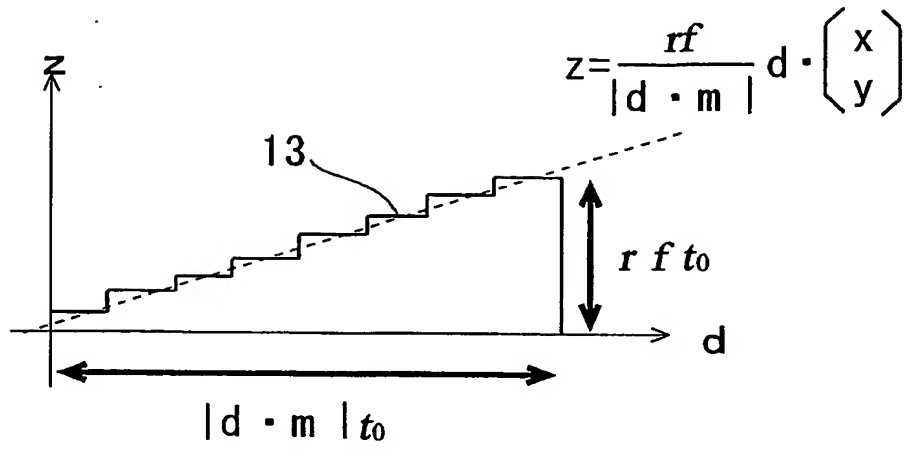
【図 3】



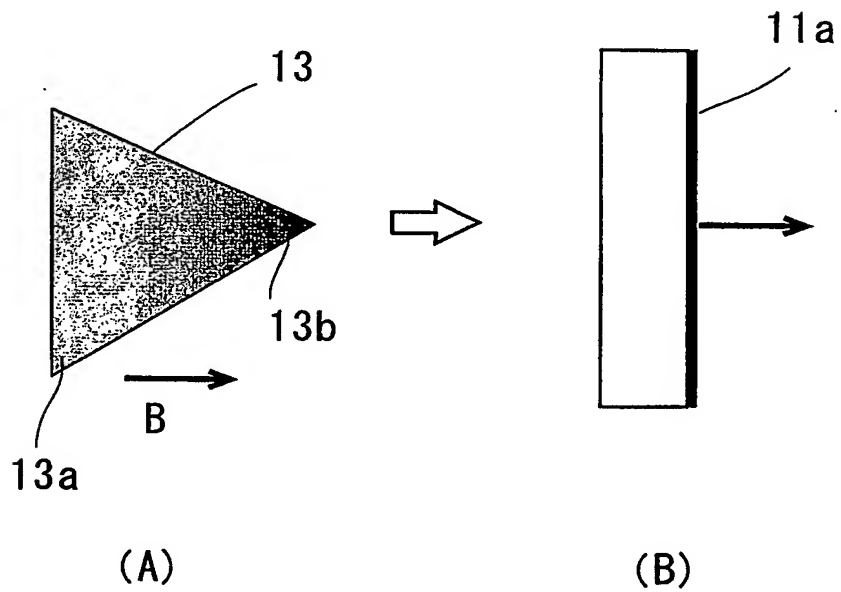
【図 4】



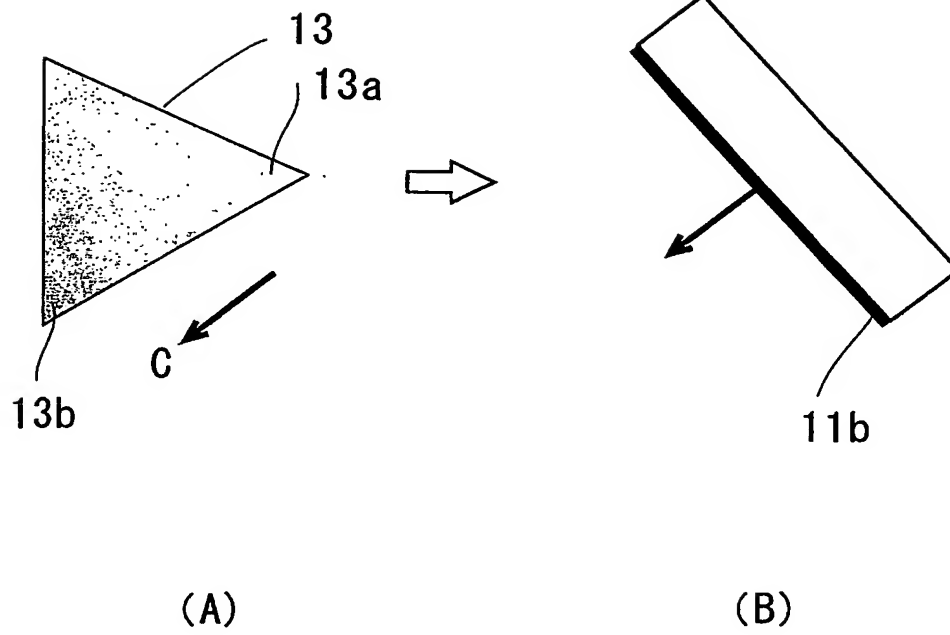
【図 5】



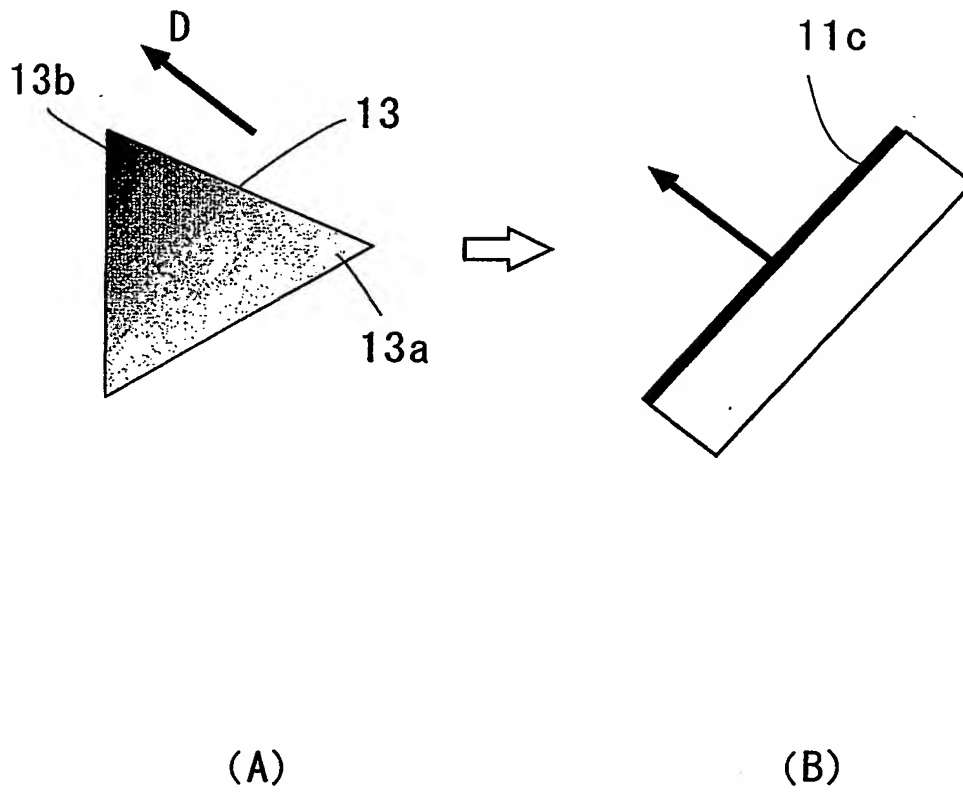
【図 6】



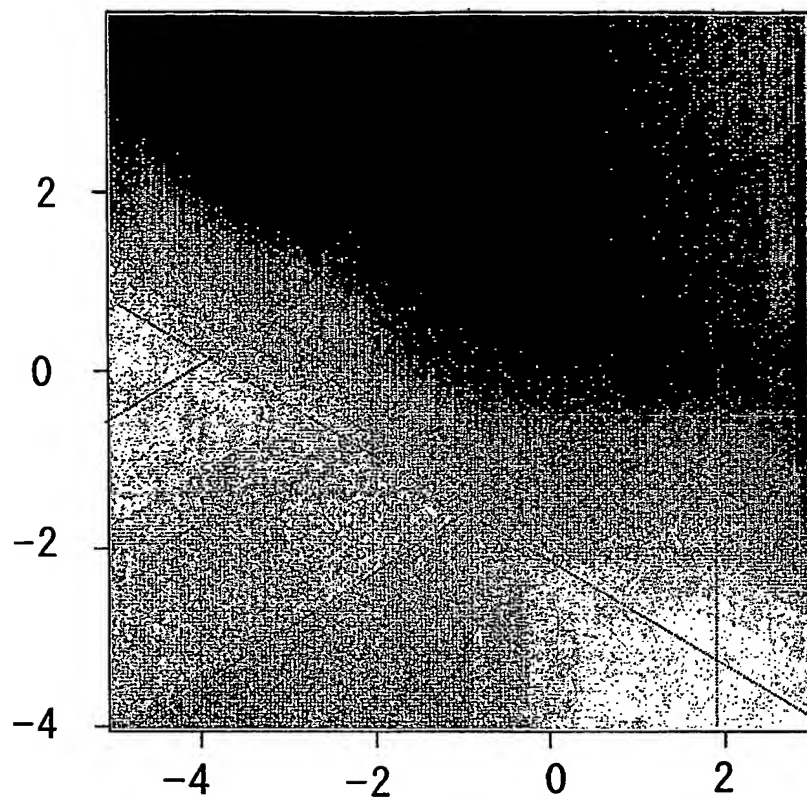
【図 7】



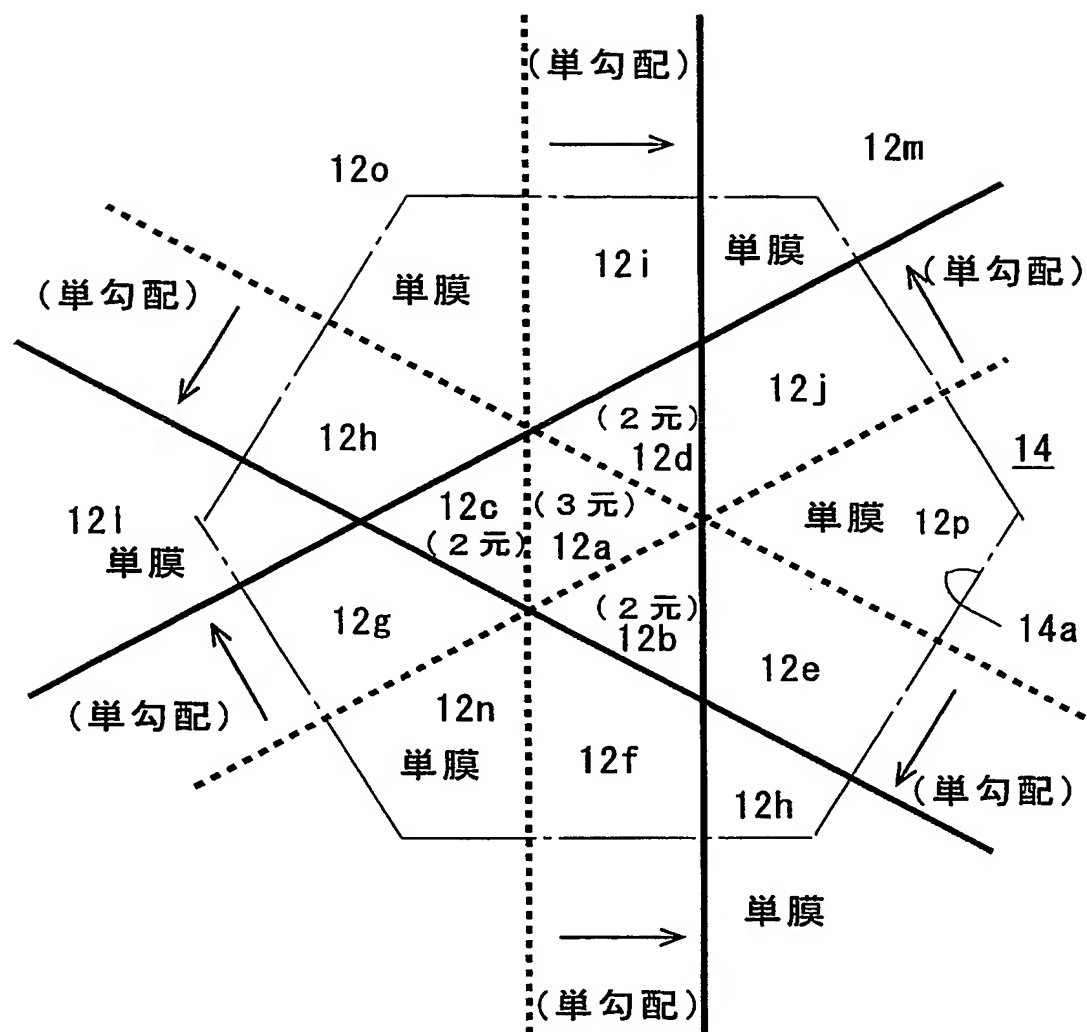
【図 8】



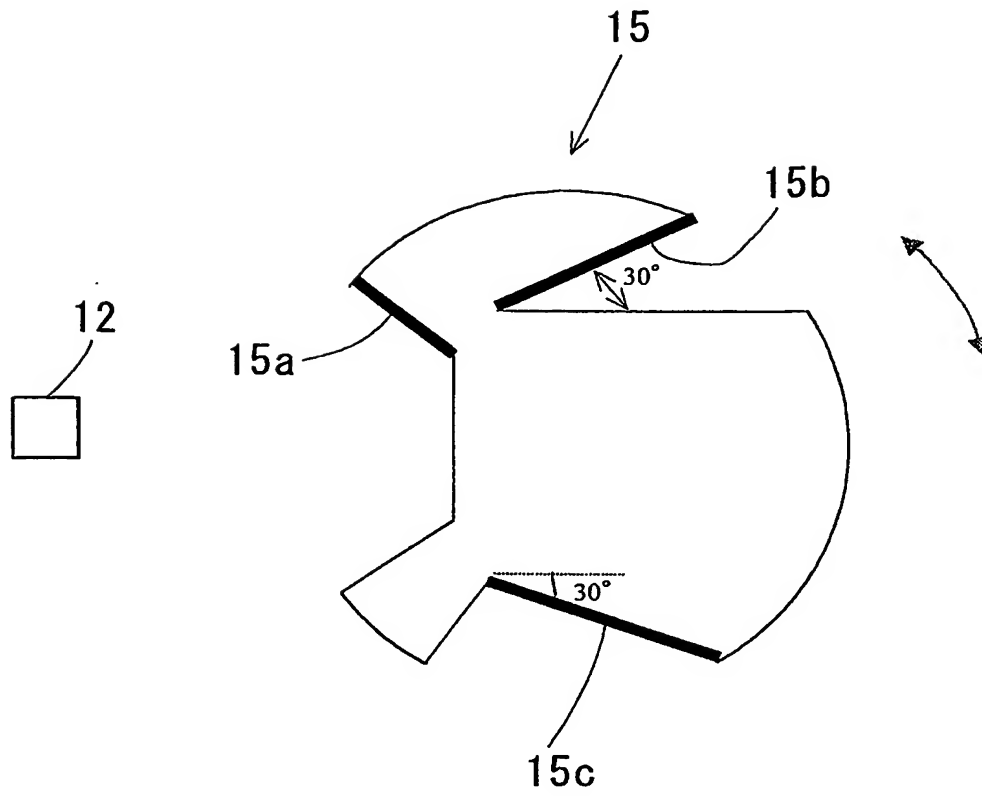
【図9】



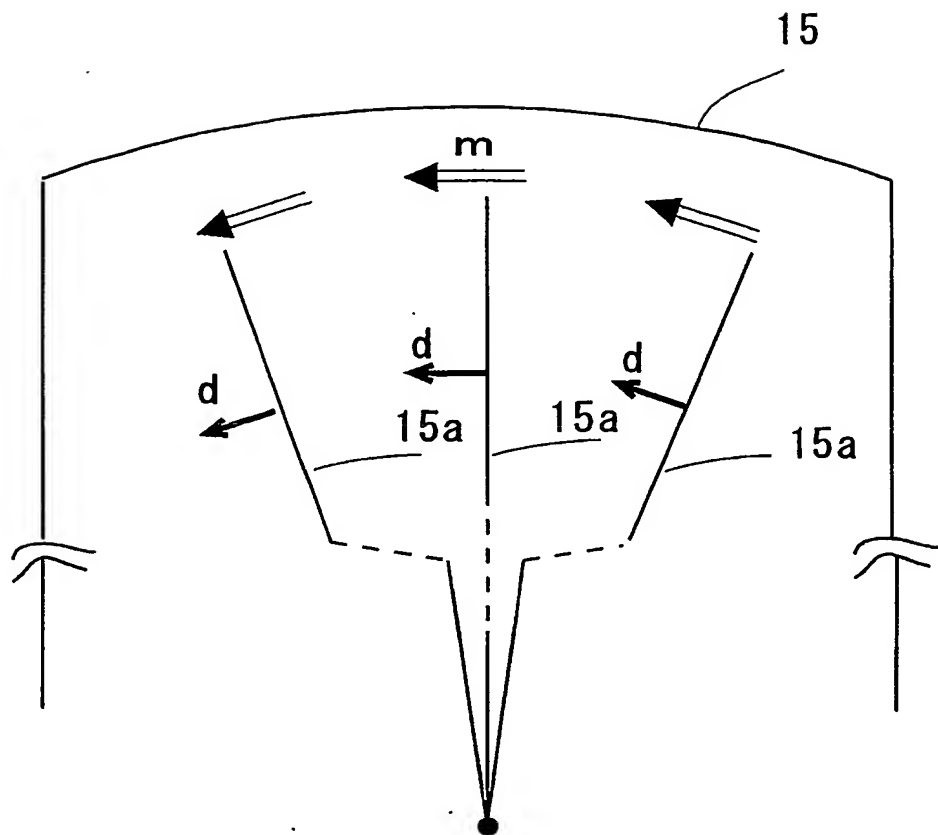
【図 10】



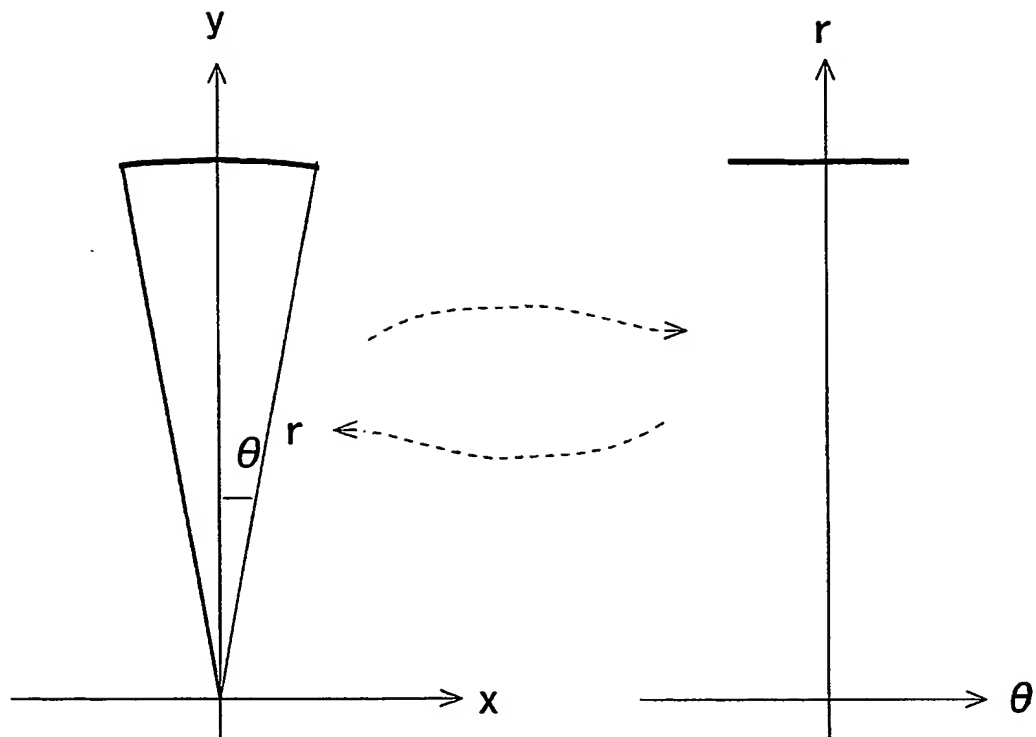
【図 11】



【図 12】



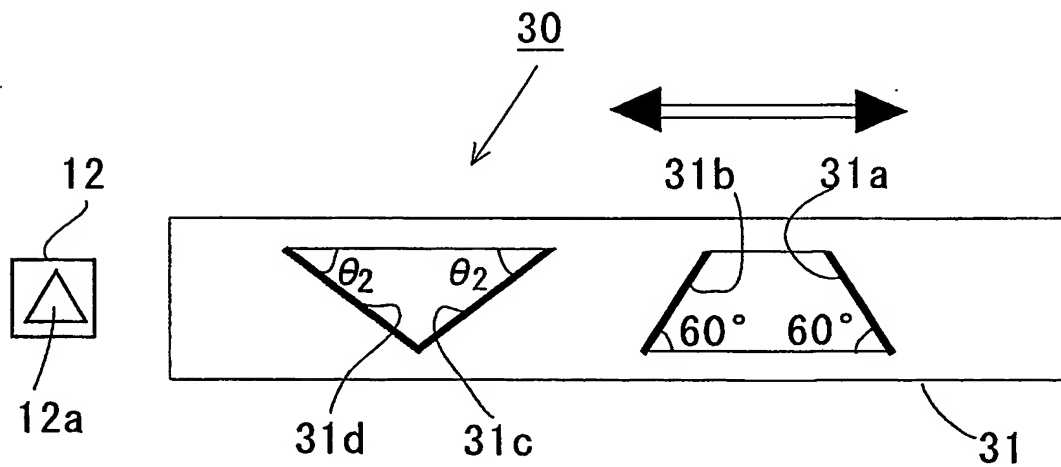
【図 13】



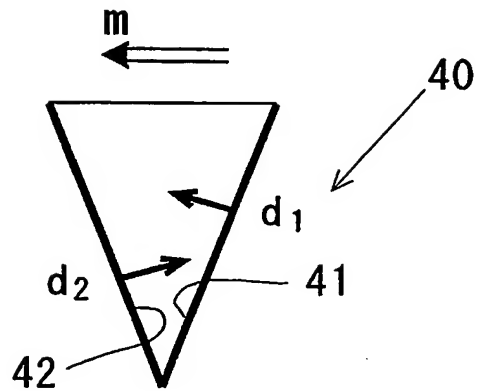
回転マスクの座標系

直線マスクの座標系

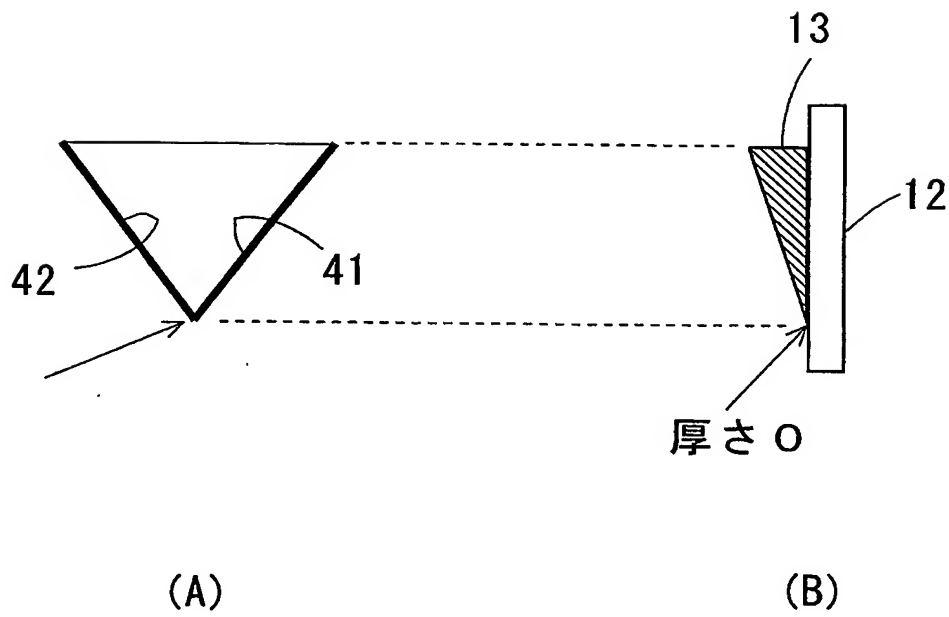
【図 14】



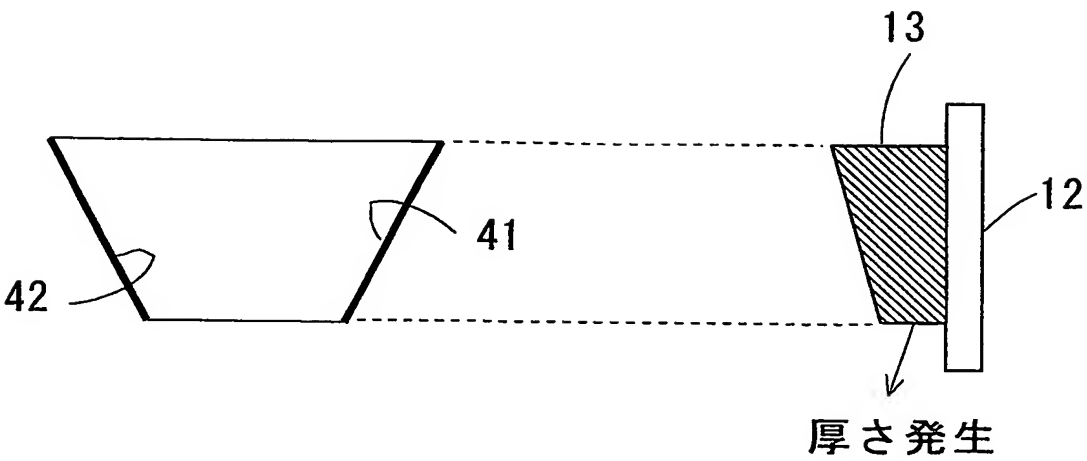
【図 15】



【図 16】



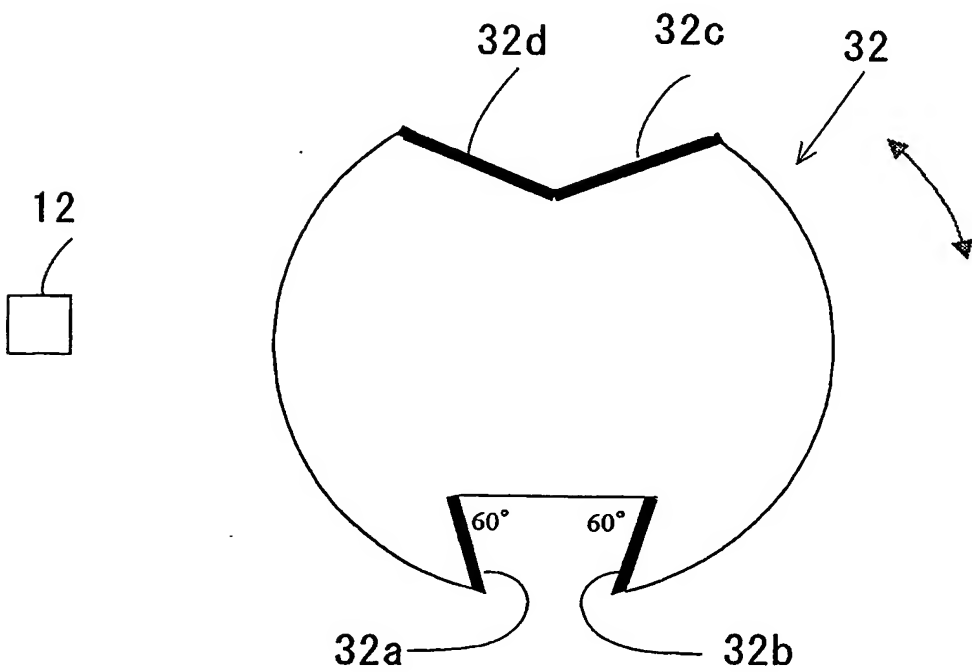
【図 17】



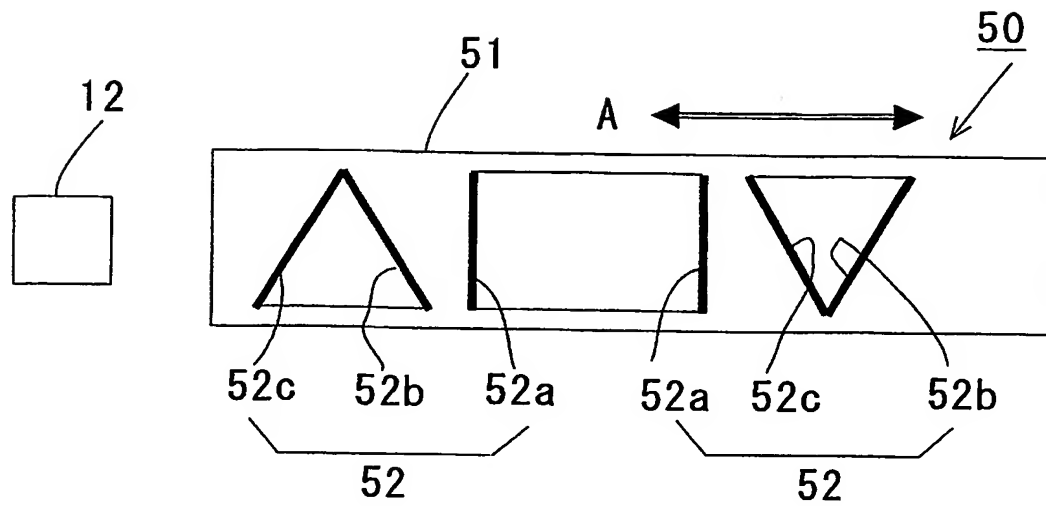
(A)

(B)

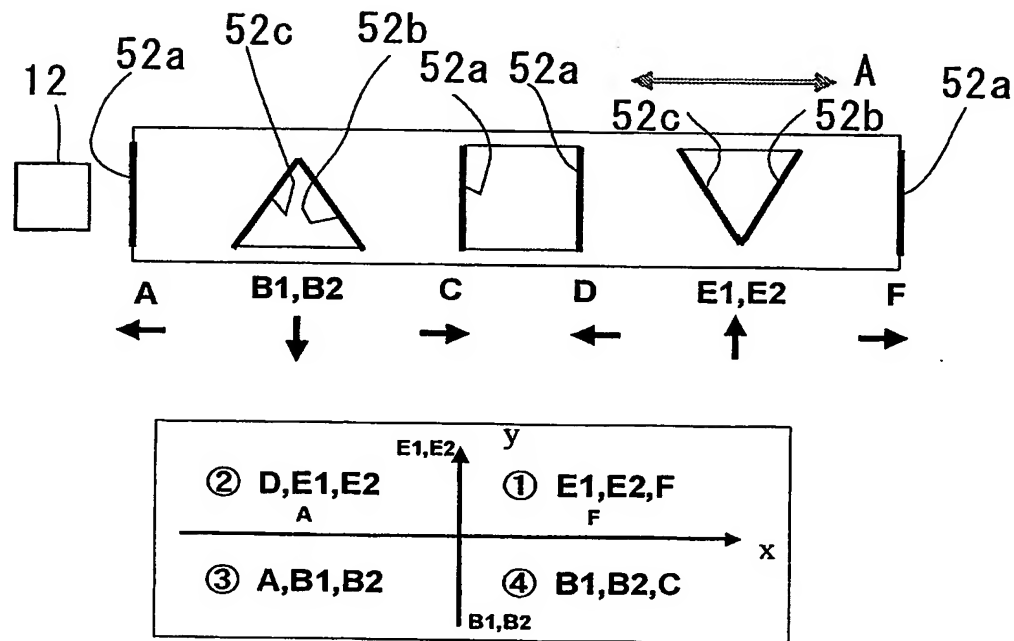
【図 18】



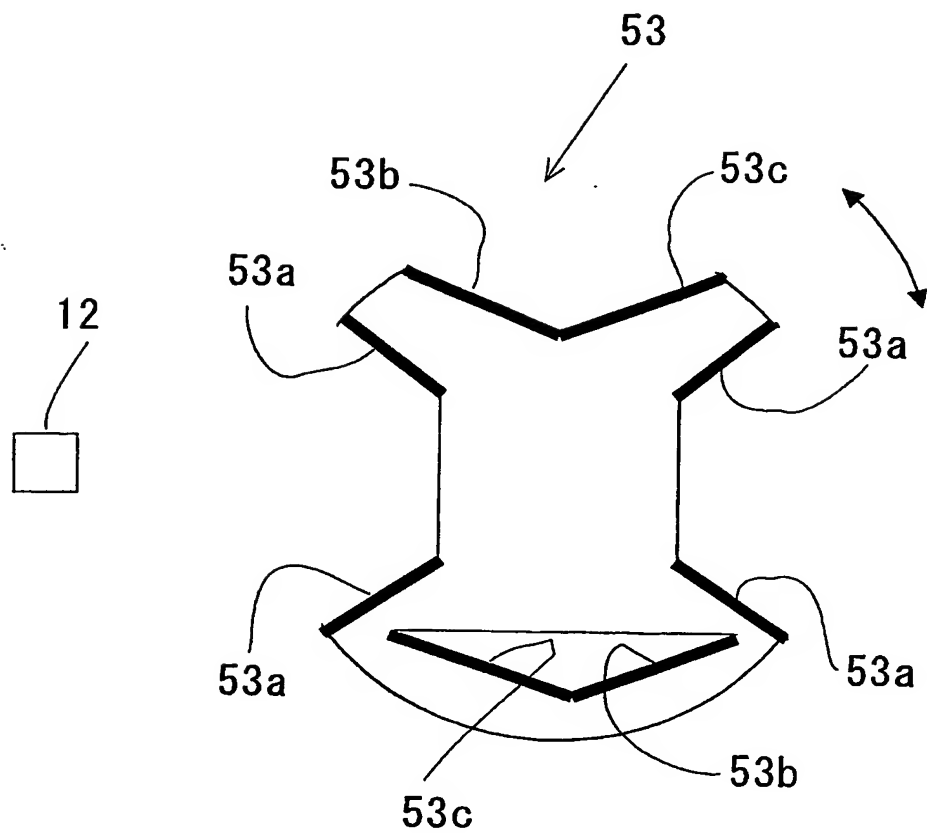
【図 19】



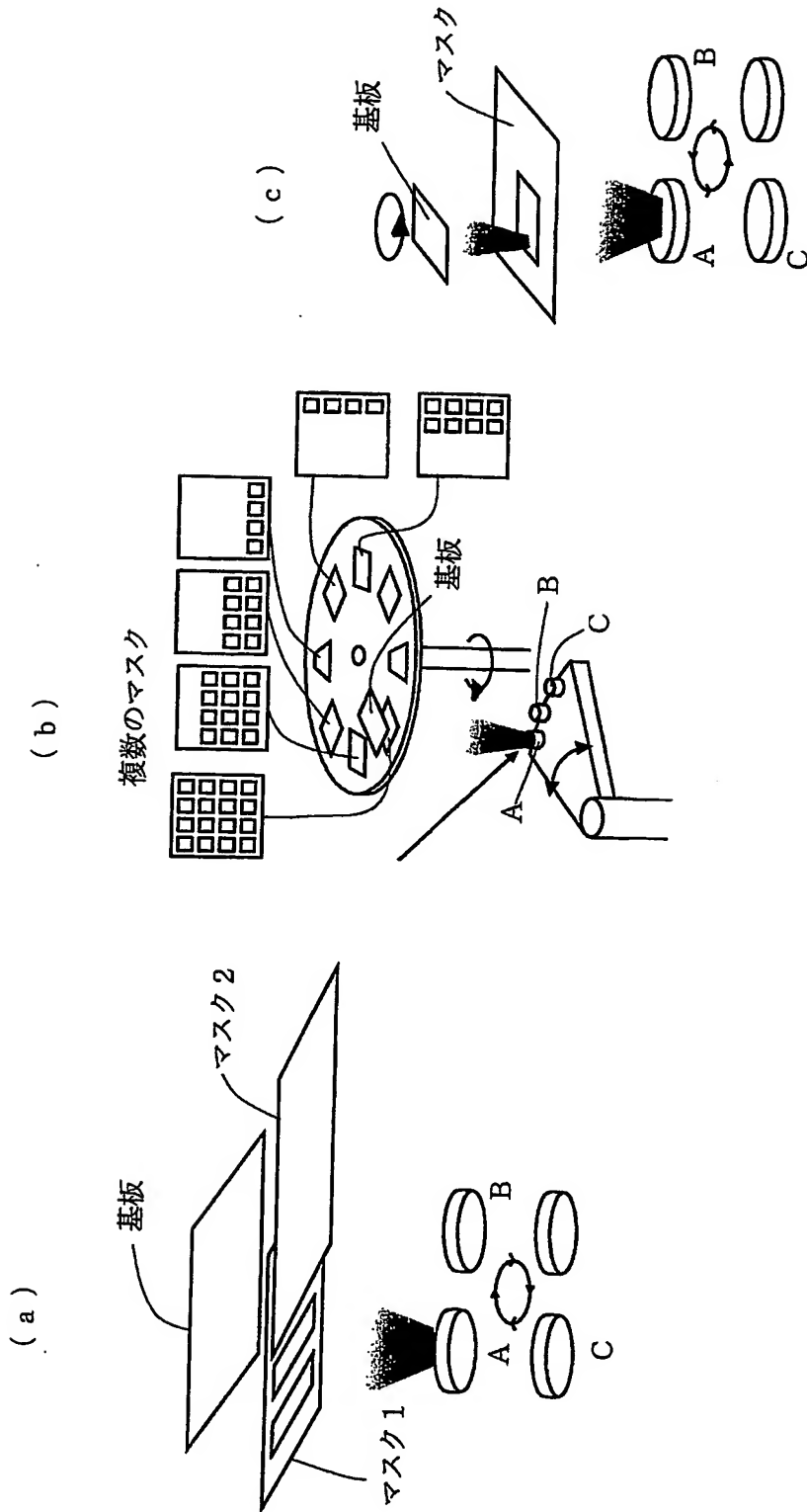
【図 20】



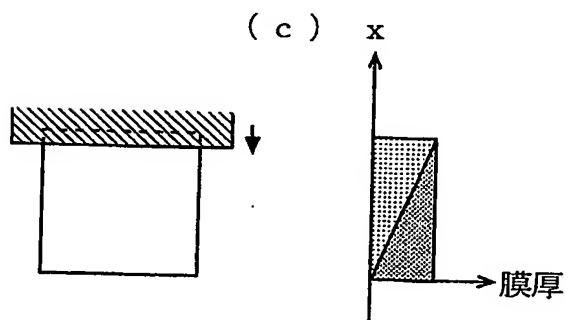
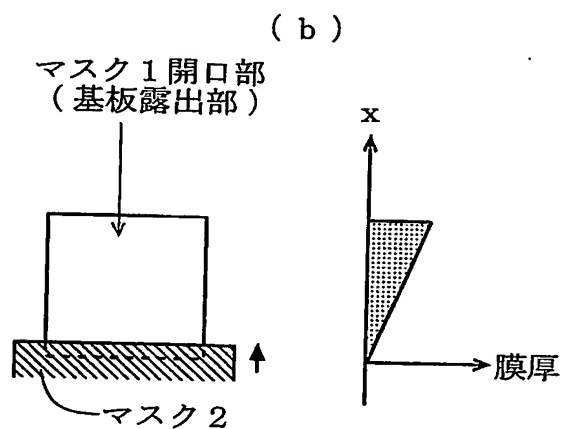
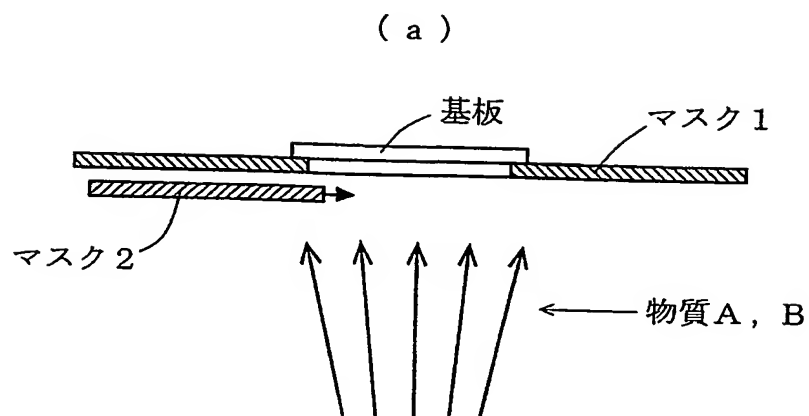
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 短時間で、かつ、信頼性の高い二元系，三元系相図薄膜を作製し得るようにした、成膜装置用マスクング機構を提供する。

【解決手段】 マスク移動方向に関して垂直に延びる第一のマスクエッジ 52a と、マスク移動方向に垂直な方向に関して逆方向の斜めに傾斜して延び、一側で交差するように一つのマスク穴の対向する端縁により形成された二つの第二のマスクエッジ 52b，52c を有するマスク 51 を備えるように、成膜装置用マスクング機構 50 を構成する。

【選択図】 図 19

特願 2002-275365

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[396020800]

1. 変更年月日

1998年 2月24日

[変更理由]

名称変更

住 所

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名

科学技術振興事業団

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.